

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
(Direktor: Professor Dr. K. Fuhr) der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrank-
heiten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Bestimmung signifikanter Korrelationen
an Unterkieferknochen zur Festlegung
der terminalen Scharnierachse

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

den Medizinischen Fachbereichen
vorgelegt von

Volker Schimmel
aus Wartenberg

Mainz 1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554427_0067

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
(Direktor: Professor Dr. K. Fuhr) der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrank-
heiten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Bestimmung signifikanter Korrelationen
an Unterkieferknochen zur Festlegung
der terminalen Scharnierachse

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

den Medizinischen Fachbereichen
vorgelegt von

Volker Schimmel
aus Wartenberg

Mainz 1973



Fachbereichsdekan: Professor Dr. Dr. W. Ketterl
Referent: Professor Dr. K. Fuhr
Korreferent: Professor Dr. H. Marx
Tag der mündlichen Prüfung:

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
A. Definition der Scharnierachse	1
B. Arbitrarische und kinematische Festlegung der Scharnierachse	1
C. Ziel der Arbeit	2
II. LITERATURÜBERSICHT	5
A. Lage der Scharnierachse zum Kondylus	5
B. Erforderliche Genauigkeit bei der Bestimmung der Scharnierachse	5
C. Fragen zur Anthropologie	7
III. UNTERSUCHUNGEN AN UNTERKIEFERKNOCHEN	9
A. Material	9
B. Definition und Ermittlung der Meßpunkte	9
C. Definition und Methode beim Ausmessen der Meßstrecken	11
D. Untersuchungsergebnisse	15
IV. KLINISCHE VERSUCHSREIHE	21
A. Vorbemerkungen	21
B. Material und Methode	21
C. Auswertung	22
V. DISKUSSION	26
VI. ZUSAMMENFASSUNG	28
VII. LITERATURVERZEICHNIS	30
VIII. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN	34

I. EINLEITUNG

A. Definition der Scharnierachse

Die Scharnierachse ist die (gedachte) Achse, um die der Unterkiefer im Kiefergelenk eine reine Rotationsbewegung durchführt. Diese reine Drehbewegung des Unterkiefers findet statt, wenn die Kiefergelenkköpfchen sich in ihrer rückwärtigsten, cranialsten und nicht seitenverschobenen Stellung in den Gelenkpfannen befinden und diese Stellung während der Drehbewegung beibehalten wird. Die reine Scharnierachsenbewegung hat - an den Kanten der Schneidezähne gemessen - ein Ausmaß von 19 bis 21 mm, was einem Öffnungswinkel von ca. 12 Grad entspricht. Dabei befindet sich der Unterkiefer in zentraler Relation (centric relation) (10). Siehe Abb. 1 und 2.

B. Arbitrarische und kinematische Festlegung der Scharnierachse

Um die terminale Scharnierachse zu bestimmen, werden vornehmlich zwei Methoden beschrieben:

- 1) Die arbitratische Festlegung: Zu den einfachen Verfahren zur ungefähren Festlegung der Hinge Axis zählen die Palpation des Kiefergelenkköpfchens sowie die Markierung eines Punktes 13 mm vor dem Tragus auf der Tragus-Augenwinkalebene; auch andere Methoden, zum Beispiel die mit dem RICHEY condyle marker (20), gehören hierzu.

2) Die kinematische Festlegung: In den Jahren 1921 bis 1927 entwickelte MC COLLUM, angeregt durch die Überlegungen von GYSI, SNOW, HARLAN und anderen (zit. von MC COLLUM (23 a)) eine Vorrichtung zur einfachen und exakten Lokalisation der Scharnierachse, einen "three piece adjustable facebow" (23 b, 24). JAHN (15) beschrieb 1956 ein Verfahren, das mit Hilfe eines flexiblen Bleidrahtes, welcher an einem mit einer Unterkieferbißschablone verbundenen Gestänge fixiert war, die Lokalisation der Scharnierachse ermöglichte. LAURITZEN (20) zeigte 1961 jene Vorrichtung, wie sie im Almore Lokalisator zu finden ist. Von verschiedenen Autoren (4, 14, 19) wird zwar eine exakte kinematische Festlegung der Hinge Axis für unmöglich gehalten, andere verneinen die Existenz einer einzigen Scharnierachse (30). Jedoch scheint die kinematische Registrierung der Scharnierachse das genaueste Verfahren zu sein.

C. Ziel der Arbeit

Allen genannten Verfahren haften jedoch Nachteile an. Diese bestehen entweder darin, daß die angewandte Methode zeitraubend ist, wie zum Beispiel die sehr genaue kinematische Festlegung der Scharnierachse, oder daß sie durch die Verwendung von Durchschnittswerten Ungenauigkeiten mit sich bringt, wie dies bei den geschilderten Verfahren der arbitratischen Festlegung der Scharnierachse der Fall ist.

Daher erschien es folgerichtig, nach einem geeigneten Verfahren zur Bestimmung der Scharnierachse zu suchen, welches bei einfacher Handhabung ein hohes Maß an Genauigkeit bieten soll. Diese Genauigkeit sollte auf Grund

metrischer Zusammenhänge, die eine Berücksichtigung der individuellen Verhältnisse am jeweiligen Patienten zulassen, erzielt werden.

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, auf Grund zu vermutender Korrelationen an Unterkiefern eine "willkürliche" (= arbitrarisches) Festlegung der Scharnierachse zu vollziehen. Diesem Versuch mußte eine Untersuchung isolierter Unterkieferknochen auf bestimmte, gegenseitige Größenverhältnisse vorangehen, die die Grundlage für das weitere Vorgehen schaffen sollte.

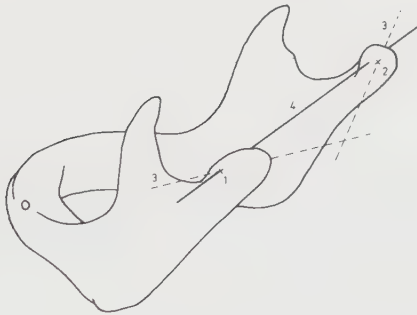


Abb. 1: Die transversale Scharnierachse

- 1 = lateraler Kondylenpol
- 2 = medialer Kondylenpol
- 3 = transversale Kondylenachsen
- 4 = transversale Scharnierachse

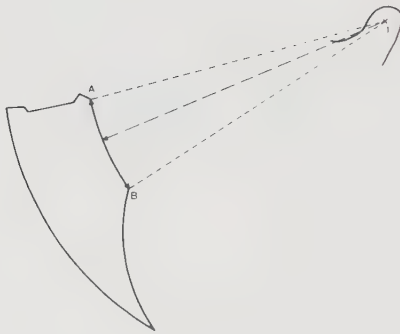


Abb. 2: Diagramm nach POSSELT

1 = Schärnierachse

A,B = Endpunkte der reinen Schärnierbewegung
des Unterkiefers

Die Strecke $\overline{AB}$ entspricht 19 - 21 mm SKD
(= ca. 12 Grad Öffnungswinkel)

II. LITERATUR

Im Schrifttum finden sich unterschiedliche Hinweise zur Bestimmung der Scharnierachse sowie zu Korrelationsbestimmungen an Unterkieferknochen.

A. Lage der Scharnierachse zum Kondylus

Zur Frage, ob die Scharnierachse innerhalb der Kondylenumrisse liegt und ob ihr möglicherweise sogar ein bestimmter Punkt auf dem Kondylus zuzuordnen ist, stellten BEYRON und GOOD (12) bei insgesamt 15 Probanden fest, daß bei allen der Scharnierachsenpunkt innerhalb der Kondylenumrisse liegt, daß jedoch kein bestimmter Punkt des Kondylus mit der Scharnierachse in Verbindung gebracht werden kann. MC COLLUM (23 b) fand bei Röntgenuntersuchungen der Kiefergelenke an Schädeln, daß die Scharnierachse durch die Kondylen geht; gleichzeitig wies er jedoch auf die Unregelmäßigkeit ihrer Position im Kondylenumriß hin. POSSELT (26) Untersuchungen zeigen, daß die Scharnierachse durch beide Kondylen geht oder nur gering von ihnen abweicht, und KOHNO (18) fand bei 8 von 10 Probanden den Scharnierachsenpunkt auf dem Kondylus, bei 2 Probanden lag er außerhalb.

B. Erforderliche Genauigkeit bei der Bestimmung der Scharnierachse

Des weiteren war zu klären, mit welcher Genauigkeit die vermutete Scharnierachse zu bestimmen ist, um noch als hinreichend exakt festgelegt zu gelten. Dies sollte auch dazu dienen, einen Anhaltspunkt für Vergleiche mit Ergebnissen verschiedener Autoren zu finden.

Nach SCHALLHORN (28) kommt die willkürliche Rotationsachse, wie sie von SNOW, GILMER, HANAU, GYSI und anderen (zit. von SCHALLHORN (28)) mit 13 mm vor dem Tragus auf der Tragus-Augenwinkalebene dargestellt wird, bei Personen mit normalen Kieferverhältnissen sehr nahe (zu 97 bis 98 %) einer durchschnittlich ermittelten Scharnierachse. Liegt das kinematische Rotationszentrum innerhalb eines Kreises von 5 mm Radius vom willkürlichen Zentrum entfernt, fällt dies in den Bereich des unbedeutenden bzw. geringfügigen Irrtums. FOX (9) berechnete für einen Fehler von 5 mm bei der willkürlichen Scharnierachsenbestimmung, eine Entfernung der Schneidekanten von der Scharnierachse von 70 mm sowie eine Öffnungsbewegung im Artikulator von 3 mm einen maximalen Fehler in der Okklusion von 0,21 mm. Dies sei zwar nicht genau genug für Kronen- und Brückenprothetik, genüge jedoch zu diagnostischen Zwecken und bei der Aufstellung von Totalprothesen. Ähnliche Ansichten vertreten WEINBERG (31, 32) sowie TETERUCK und LUNDEEN (29); TETERUCK und LUNDEEN halten einen Fehler von 6 mm bei der Festlegung der Scharnierachse bei Routine-Restaurationsarbeiten für vertretbar. Auch LAURITZEN und BODNER (20) setzten eine Grenze von 5 mm bei der Festlegung eines willkürlichen Scharnierachsenpunktes zum tatsächlichen Rotationszentrum und fanden nur 33 % der wahren Scharnierachsenpunkte weniger als 5 mm von den arbiträr festgelegten entfernt. Daher empfehlen sie die exakte kinematische Festlegung der Hinge Axis.

Nach KURTH und FEINSTEIN (19) sowie BORGH und POSSELT (4) ist jedoch die terminale Scharnierachse lediglich mit einer Genauigkeit von ca. 2 bzw. 1,5 mm im Umkreis annäherungsweise zu bestimmen, wohingegen LAURITZEN und WOLFORD (21) bei geübten Personen die Ermittlung eines Rotationszentrums bei einer Drehbewegung von 5 bis 15 Grad

mit einer Genauigkeit von 0,2 mm für möglich halten. TRAPOZZANO und LAZZARI (30) stellten bei 57,2 % der von ihnen untersuchten Probanden mehr als einen Scharnierachsenpunkt zumindest auf einer Seite fest.

Nach HUPFAUF (14) können die Scharnierachsenpunkte nur mit Annäherung reproduziert werden, jedoch ist der scharnierachsenbezüglichen Methode gegenüber der gelenkbezüglichen der Vorzug auf Grund ihrer größeren Genauigkeit zu geben. Auch BROTMAN (7, 8) teilt die Ansicht, daß die Scharnierachse in einer physiologisch akzeptablen mandibulo-maxillären Beziehung steht.

C. Fragen zur Anthropologie

Schließlich war zu prüfen, ob das vorliegende Unterkiefermaterial als Basis für die durchzuführenden Messungen geeignet war, oder ob erhebliche Vorbehalte gegen ihre Verwendung wegen gewisser Rassen-, Alters- oder Geschlechtsunterschiede vorlagen.

Nach MARTIN-SALLER (22 b) steht der Unterkiefer in Größe und Form in enger Beziehung zum Bau des Oberkiefers, Kondylenbreite und Breite der Schädelbasis sowie Unterkiefer- und Schädelldänge sind miteinander korreliert. Irgendwelche deutlichen Rassenunterschiede seien nicht erkennbar, und auch innerhalb derselben ethnischen Gruppen seien bedeutende individuelle Differenzen zu verzeichnen.

KLEIWEIG DE ZWAAN (16, 17) dagegen ist - wie auch JANKOWSKY und PUCCIONI (zit. von KLEIWEIG DE ZWAAN (17)) - der Ansicht, daß für den menschlichen Unterkiefer in Form

und Dimensionen Rassentypen zu unterscheiden sind. Auch gibt er für Geschlechtsunterschiede gewisse Merkmale an, wie z.B. kleinere Längen- und Breitenmaße bei weiblichen Unterkiefern, die jedoch einen geringen Unterschied in den Indices bewirken, da hierbei sowohl Zähler- als auch Nennerwert kleiner werden. Eine sofortige Unterscheidung in männliche oder weibliche Unterkiefer sei jedoch nicht möglich. GILES (11) hält deutliche Geschlechtsunterscheidungen für möglich, rät jedoch nur zu Vergleichen innerhalb einer Populationsgruppe. Nach BARTELS (2) sind Geschlechtsbestimmungen schwierig, und HENKE (13) weist auf das Fehlen untrüglicher Geschlechtsmerkmale hin. Zur Altersbestimmung des menschlichen Skeletts schließlich sind nach HENKE (13) mehrere sich ergänzende Methoden nötig, die auch das Vorhandensein des gesamten Skeletts erfordern. .

III. UNTERSUCHUNGEN AN UNTERKIEFERKNOCHEN

A. Material

Für die zunächst durchzuführenden Untersuchungen isolierter Unterkieferknochen auf Korrelation bestimmter Meßstrecken miteinander standen 89 Unterkiefer aus der Sammlung der Prothetischen Abteilung der Mainzer Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten zur Verfügung.

Alter und Geschlecht der Unterkieferknochen waren nicht bekannt, jedoch handelte es sich überwiegend (80 Exemplare) um zahnlose, im Alveolarteil bereits atrophizierte Unterkiefer; bei den übrigen 9 Exemplaren waren noch knöcherne Alveolen vorhanden. Nach Auskunft der Firma "Servo Medico-Rüdiger" (Haar b. München) ist das Herkunftsland Indien.

B. Definition und Ermittlung der Meßpunkte

Zur Festlegung der Meßpunkte und Meßstrecken wurden Angaben von MARTIN-SALLER (22 a), BROTHWELL (6), KLEIWEG DE ZWAAN (17, 18) und SALLER (27) herangezogen. (Siehe dazu auch die Abbildungen 3, 4 und 5).

1. Pogonion (pg) = der vorragendste Punkt des vorderen Kinnreliefs.
2. Gonion (go) = Schnittpunkt des Unterkieferrandes mit der Winkelhalbierenden des Astwinkels des Unterkiefers. Mit Hilfe zweier dünner Stahlnadeln, die am Hinterrand des Ramus und am Basalrand des Körpers festgewachst werden, werden Astwinkel und Winkelhalbierende ermittelt.

3. Kondylion

laterale (kdl) = der laterale Endpunkt des Kondylus Mandibulae. Dieser Punkt scheint als Meßpunkt geeignet, da ein fester Bezugspunkt der Hinge Axis zum Kondylus nicht gegeben ist (siehe auch Seite 5).

4. Koronion (kr) = die Spitze des Kronenfortsatzes (= Muskelfortsatzes).

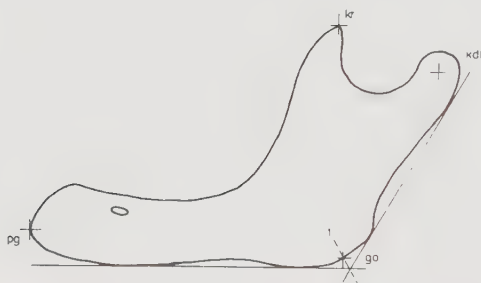


Abb. 3: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von lateral)

pg = Pogonion kdl = Kondylion laterale
go = Gonion kr = Koronion
1 = Winkelhalbierende zur Ermittlung des Gonion

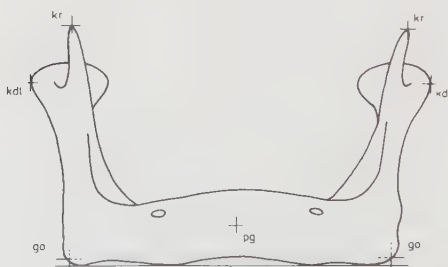


Abb. 4: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von facial)
Beschriftung siehe Abbildung 3

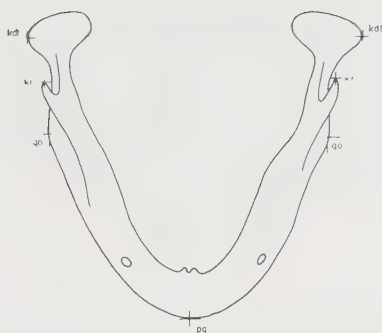


Abb. 5: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von cranial)

pg = Pogonion	kdl = Kondylion laterale
go = Gonion	kr = Koronion

Die Meßpunkte wurden jeweils mit Bleistift auf dem Knochen eingezeichnet.

C. Definition und Methode bei der Ermittlung der Meßstrecken

- (a) Die geradlinige Entfernung von Gonion und Pogonion (go - pg) jeweils der rechten und der linken Seite. Messung mit dem Gleitzirkel.
- (b) Länge des Unterkiefers. Abstand des Vorderrandes des Kinns von einer die beiden Gonion verbindenden Geraden.

Um diese Strecke schnell und exakt messen zu können, wurde ein eigenes Verfahren entwickelt, zu dessen Durchführung die in Abbildung 6 beschriebene Vorrichtung konstruiert wurde.

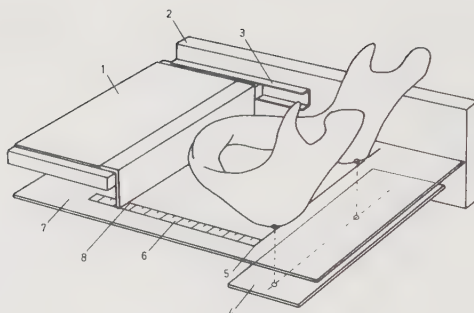


Abb. 6: Gerät zur Messung der Unterkieferlänge

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 = Läufer | 5 = Null-Linie |
| 2 = Seitenteil | 6 = Maßband |
| 3 = Laufschiene | 7 = Glasplatte |
| 4 = Spiegel | 8 = Ablesepunkt |

Der Unterkiefer wird mit den beiden Gonion auf der Null-Linie mit Hilfe des Spiegels ausgerichtet. Schiebt man den Läufer an das Pogonion bis er es leicht berührt, kann man am Ablesepunkt die Unterkieferlänge direkt ablesen. Diese Vorrichtung wurde in Anlehnung an das Mandibulometer nach HAMBRUCH/BLACK entwickelt.

- (c) Die geradlinige Entfernung von Pogonion und Kondylion laterale (pg - kdl) jeder Seite. Messung mit dem Gleitzirkel.
- (d) Kondylenbreite (kdl - kdl, MARTIN-SALLER 65). Messung mit dem Gleitzirkel.
- (e) Koronoidbreite (kr - kr, MARTIN-SALLER 65.1). Messung mit dem Gleitzirkel.
- (f) Winkelbreite (go - go, MARTIN-SALLER 66). Geradlinige Entfernung der beiden Gonion. Messung mit dem Gleitzirkel.
- (g) Geradlinige Entfernung von Gonion und Kondylion laterale jeder Seite (go - kdl). Messung mit dem Gleitzirkel.

- (h) Abstand des höchsten Punktes des Kondylus senkrecht zum Unterrand des Unterkiefers jeder Seite (MARTIN-SALLER 70 a). Messung mit dem Mandibulometer.
- (α) Astwinkel des Unterkiefers jeder Seite (MARTIN-SALLER 79). Siehe auch Ermittlung des Gonion. Messung mit dem Winkelmesser.
- (β) Horizontaler Neigungswinkel der Gelenkachsen (MARTIN-SALLER 79.5). Zwei dünne Stahlnadeln werden auf den beiden Kondylen in Richtung ihrer Längsachse festgewachst; mit dem Winkelmesser wird der nach vorne offene Winkel abgelesen.

Siehe hierzu die folgenden Abbildungen 7, 8 und 9.

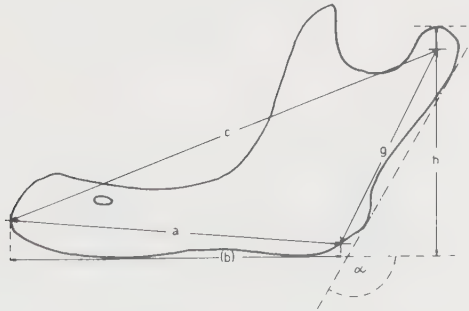


Abb. 7: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von lateral)

- a = Strecke Gonion - Pogonion (go - pg)
- (b) = Unterkieferlänge
- c = Strecke Pogonion - Kondylion laterale (pg - kdl)
- g = Strecke Gonion - Kondylion laterale (go - kdl)
- h = Kondylenhöhe senkrecht zur Basis
- α = Astwinkel

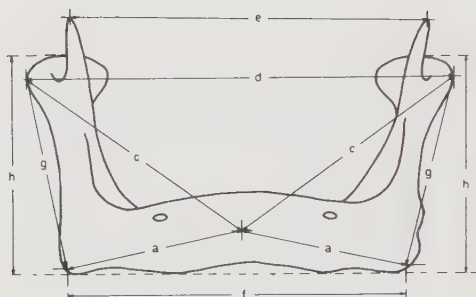


Abb. 8: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von facial)

- a = Strecke Gonion - Pogonion (go - pg)
- b = Unterkieferlänge
- c = Strecke Pogonion - Kondylion laterale (pg - kdl)
- d = Kondylenbreite (kdl - kdl)
- e = Koronoidbreite (kr - kr)
- f = Winkelbreite (go - go)
- g = Strecke Gonion - Kondylion laterale (go - kdl)
- h = Kondylenhöhe senkrecht zur Basis
- r = Horizontaler Neigungswinkel der Gelenkachsen

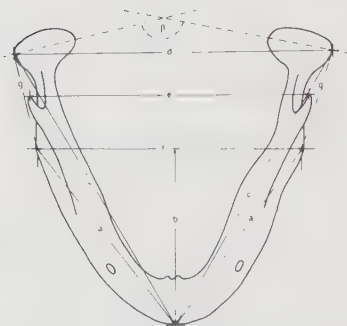


Abb. 9: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von cranial)

Beschriftungen siehe Abbildung 8

Für die Meßstrecke c lagen keine Angaben der obengenannten Autoren vor, die Meßstrecken b und g wurden abgeändert. Die Messungen der Strecken a , c , g , h und des Winkels α erfolgte im Hinblick auf eine später beidseitig vorzunehmende Ermittlung der Scharnierachse ebenfalls beidseitig. MARTIN-SALLER (22 a) empfehlen eine einseitige Messung.

D. Untersuchungsergebnisse

Nach Durchführung der Messungen an 30 Unterkiefern ergaben sich pro Kiefer 15 Maßangaben, die, auf Lochkarten übertragen, durch die elektronische Datenverarbeitungsanlage der Universität Mainz ausgewertet wurden. Nach der Auswertung standen folgende Angaben zur Verfügung:

1. Mittelwert
2. Standardabweichung
3. Korrelationskoeffizient
4. Regressionskoeffizient

Zu den Angaben 1 und 2 siehe Tabelle 1. Die Korrelationskoeffizientenmatrix ist in Tabelle 2 wiedergegeben. Für den weiteren Verlauf der Untersuchungen war der Koeffizient für die Korrelation der Strecke a mit der Strecke c von Bedeutung. Er erreichte rechts einen Wert von 0.8550 und links einen Wert von 0.8330. Nach Ausdehnung der Messungen dieser beiden Strecken auf alle 89 Unterkiefer ergab sich mit Korrelationskoeffizienten von 0.7693 für die rechte sowie 0.7852 für die linke Seite ebenfalls signifikante Korrelation (siehe dazu Tabelle 2 oben rechts). Damit war die Möglichkeit gegeben, rechnerisch einen Schätzwert für

die Strecke c zu ermitteln, wenn die Strecke a als gegeben vorausgesetzt wurde.

Die Errechnung der Schätzwerte erfolgte mit Hilfe der Regressionskoeffizienten der o.a. Strecken. Tabelle 3 gibt die Schätzwerte für die Strecke c bei gegebener Strecke a jeweils für rechts und links an. Aus der Tabelle 3 sowie aus Abbildung 10 geht hervor, daß die Unterschiede zwischen den Rechts- und Linkswerten von c sehr klein waren.

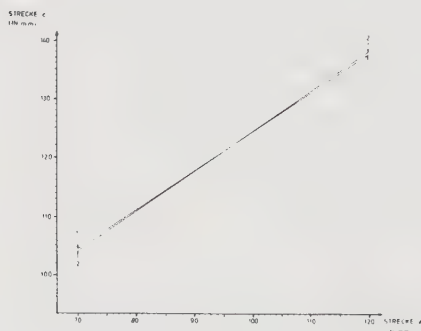


Abb. 10: Die Regressionsgeraden von a auf c für die rechte und linke Seite

- 1 = rechte Seite
- 2 = linke Seite

Ein erster Vergleich der errechneten Werte für c mit den tatsächlichen Abmessungen, der an den Unterkiefern durchgeführt wurde, ergab, daß 84,3 % der Schätzwerte zwischen 0 und 5 mm von den gemessenen Werten abwichen; lediglich 15,7 % lagen 6 bis höchstens 10 mm über oder unter den tatsächlichen Werten (siehe Tabelle 4).

	Gonion-Pogonion		Kondylion Laterale-Pogonion		Kondylion-Breite	Koronion-Breite	Winkel-Breite	UK-Länge	Gonion-Kondylion Laterale		UK-Höhe		Ast-Winkel		Gelenk-Achsen (R)
	rechts	links	(a)	(c)	(d)	(e)	(f)	(b)	rechts	links	rechts	links	rechts	links	
Mittelwert	82.4	82.0	113.4	113.0	113.0	91.6	87.6	70.0	54.6	54.4	48.8	48.1	124.2	123.6	149.7
Standardabweichung	5.0	5.4	5.6	5.6	5.7	5.5	6.2	5.3	5.0	5.1	7.6	7.7	8.3	8.5	12.6

Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung der Werte a - h , α und β

Strecke/ Winkel	Gelenk- achsen (β)	Astwinkel (α)		UK-Höhe (h)		Gonion- Kondylion Laterale (g)		UK- Länge (b)	Winkel- breite (f)	Koro- noid- Breite (e)	Kondy- len- Breite (d)	Kondylion Laterale- Pogonion (c)		Gonion- Pogonion (a)
		rechts	links	rechts	links	rechts	links					rechts	links	
Gonion- Pogonion (a)	R	-.2643	-.6417	.6993		.6515		.9237	.6136	.4513	.5540	.8550		
	L	-.2185	-.5735	.6199			.6083	.9028	.6950	.4158	.5623		.8330	
Kondylion Laterale- Pogonion (c)	R	-.3042	-.4067	.6705		.7867		.8273	.5492	.4939	.6354			
	L	-.3259	-.2977	.5418			.7238	.7686	.6016	.5508	.6650			.7693
Kondylen- Breite (d)	R	-.4638	-.3056	.4506		.5443	.5293	.4655	.5226	.6436				
	L	-.0580	-.2555	.3176		.3607	.4450	.3098	.5342					
Koronoid- Breite (e)	R	-.1413	-.1948	.1944		.2809	.3396	.3847						
	L	-.2464	-.6263	.7262		.6474	.6473							
UK- Länge (b)	R	-.3752	-.6258	.9163										
	L	-.3773	-.6461	.8909										
Gonion- Kondylion Laterale (g)	R	-.2956	-.8524											
	L	-.2637	-.8904											
UK- Höhe (h)	R													
	L													
Ast- winkel (α)	R	.0865												
	L	.1495												.7852

Zeichenerklärung:

- + unter der Zahl: Irrtumswahrscheinlichkeit 5%
- ++ unter der Zahl: Irrtumswahrscheinlichkeit 1%
- unter der Zahl: Keine Korrelation
- vor der Zahl: Negative Korrelation

Tabelle 2 : Korrelationskoeffizientenmatrix nach Messung von 30 Unterkiefer

(oben rechts für Werte (a) und (c) nach Messung von 30 Unterkiefern)

Tabelle 3: Schätzwerte für c rechts und links bei gegebenem a (in mm)

a	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
c rechts	104	105	106	106	107	108	108	109	110	110	111	112	112	113	114	114	115	115	116	117
c links	104	105	106	106	107	107	108	109	109	110	111	111	112	113	113	114	115	115	116	117

a	90	91	82	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
c rechts	117	118	119	119	120	121	121	122	123	123	124	125	125	126	127	127	128	128	129	130
c links	117	118	119	119	120	121	121	122	123	123	124	125	125	126	127	127	128	128	129	130

a = Strecke Gonion-Pogonion
c = Strecke Kondylion Laterale-Pogonion rechts u. links

a	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
c rechts	130	131	132	132	133	134	134	135	136	136	137
c links	131	131	132	133	133	134	135	135	136	137	137

Abweichung (in mm)	bis 0.5	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 8	bis 9	bis 10	Über 10	insgesamt
Anzahl	20	30	42	16	19	23	16	5	3	3	1	0	178
in %	11.2	16.9	23.6	9.0	10.7	12.9	9.0	2.8	1.7	1.7	0.5	0	100
unter/ über 5 mm in %	unter 5 mm: 84.3						über 5 mm: 15.7						100

Tab. 4: Abweichung der Schätzwerte von den tatsächlichen Werten der Strecke
Pogonion - Kondylion Laterale (c) bei 89 Unterkiefern

IV. KLINISCHE VERSUCHSREIHE

A. Vorbemerkungen

Nach MC COLLUM (24), POSSELT (26), BEYRON (3) und GOOD (12) liegt die Scharnierachse innerhalb der Kondylenumrisse, nach KOHNO (18) war dies zumindest bei 8 von 10 Probanden der Fall; es konnte ihr jedoch kein bestimmter Punkt des Kondylus zugeordnet werden. Daher konnte das in der vorliegenden Arbeit als Meßpunkt in vitro festgelegte Kondylion laterale in vivo nicht als Rotationszentrum bzw. terminaler Scharnierachsenpunkt vermutet werden. Es war jedoch noch festzustellen, wieweit die an den vorliegenden Unterkieferknochen ermittelten Schätzwerte für die Strecke c bei gegebenem a und der damit ermittelte vermutete Scharnierachsenpunkt auf einer den Tragus und den äußeren Augenwinkel verbindenden Geraden vom tatsächlichen Rotationszentrum des Unterkiefers abweichen würden.

Daher wurde an 15 Probanden eine Untersuchungsreihe durchgeführt, die klären sollte, ob eine an den vorliegenden Unterkieferknochen ermittelte Korrelation sich auf Patienten übertragen ließe und somit eine ungefähre Ermittlung der Scharnierachse auf diesem Wege möglich ist. Gleichzeitig konnte untersucht werden, wie genau die ungefähre Festlegung der terminalen Scharnierachse 13 mm vor dem Tragus ist.

B. Material und Methode

Die Probanden waren zwischen 18 und 29 Jahre alt, 9 von ihnen waren weiblichen Geschlechts. Die Durchführung der

Messungen war an keine bestimmte Tageszeit gebunden.

Am aufrecht-entspannt sitzenden Patienten wurde zunächst der Projektionspunkt des Pogonion auf die Haut des Kinns ermittelt. Hierzu wurde das Kinn ausgetastet und mit einem Farbstift ein Punkt auf der Kinnhaut markiert. Die Feststellung der Gonion jeder Seite konnte nur ungefähr erfolgen; auch sie wurden ausgetastet und ihr Projektionspunkt auf der Haut des Kieferwinkels mit einem Farbstift markiert.

Mit einem ZIELINSKY-Zirkel wurde die Entfernung der markierten Punkte (Gonion jeder Seite und Pogonion) abgetragen und notiert. Anschließend wurde nach Tabelle 3 der Schätzwert der Entfernung Pogonion - Kondylion laterale als Schnittpunkt mit einer Tragus und lateralen Augenwinkel verbindenden Geraden auf einer am Ohr fixierten Millimeterpapierschablone mit einem Zirkel eingezeichnet. Auf derselben Geraden wurde auch der vermutete Scharnierachsenpunkt 13 mm vor dem Tragus festgelegt. Schließlich erfolgte zur Kontrolle der beiden willkürlich festgelegten, vermuteten Scharnierachsenpunkte die Ermittlung des wahren Scharnierachsenpunkts mit einem ALMORE Lokalisator. Zur Befestigung des gestielten Löffels auf der Unterkieferzahnreihe wurde ein Silikon-Abformmaterial ("Optosil") verwendet; der Unterkiefer des Probanden wurde bei der Mundöffnungs- und Schließungsbewegung leicht geführt und in maximaler Retrallage gehalten. Sobald die Nadel des Lokalisators reine Drehbewegungen ausführte, wurde dieser Punkt ebenfalls auf der Millimeterpapierschablone markiert.

C. Auswertung

Die Auswertung zeigte folgende Ergebnisse: nahm man den wahren Scharnierachsenpunkt als Zentrum eines Kreises

mit einem Radius von 5 mm an, so lagen bei 36,7 % der Probanden die nach den Schätzwerten der Tabelle 3 ermittelten vermuteten Scharnierachsenpunkte innerhalb dieses Kreises, 63,3 % waren über 5 bis 20 mm vom wahren Rotationszentrum entfernt.

Die durch einen Punkt markierten, 13 mm vor dem Tragus auf einer den Tragus und den äußeren Augenwinkel verbindenden Geraden vermuteten Rotationszentren lagen dagegen zu 83,3 % innerhalb des Kreises mit einem Radius von 5 mm zum tatsächlichen Scharnierachsenpunkt. 16,7 % lagen weiter als 5 mm vom wahren Rotationszentrum entfernt, kein Punkt jedoch wies weiter als 7,5 mm davon ab (siehe auch Tabelle 5).

Patient	1		2		3		4		5		6		7		8	
	3	3	4.5	3.5	2	2	5.5	3.5	4	2.5	5	4	2	3.5	4.5	2
I (mm)																
II (mm)	5	4	3	5	20	20	9	4.5	7.5	8.5	8.5	12	4.5	12.5	7	3

Patient	9		10		11		12		13		14		15	
	0.5	3	4	4	2	5.5	6	5	3	1.5	2	3	7	7.5
I (mm)														
II (mm)	10	3.5	3.5	4	2.5	15	7	7	11	13	13.5	16	6	11.5

I: Entfernung des tatsächlichen Scharnierachsenpunktes vom vermuteten Scharnierachsenpunkt
13 mm vor dem Tragus auf der Tragus-Augenwinkelebene

II: Entfernung des tatsächlichen Scharnierachsenpunktes vom vermuteten Scharnierachsenpunkt
ermittelt nach den Schätzwerten aus Tabelle 3

Tabelle 5: Abweichung (in Millimeter) vom wahren Scharnierachsenpunkt
(siehe dazu auch Abb. 12)

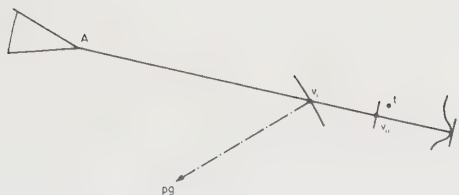


Abb. 11: Vereinfachte Darstellung eines für die klinische Versuchsreihe typischen Beispiels

- A = äußerer Augenwinkel
- T = Tragus
- t = tatsächlicher Scharnierachsenpunkt
- v_I = vermuteter Scharnierachsenpunkt 13 mm vor dem Tragus
- v_{II} = vermuteter Scharnierachsenpunkt ermittelt nach Tabelle 3
- pg = Pogonion

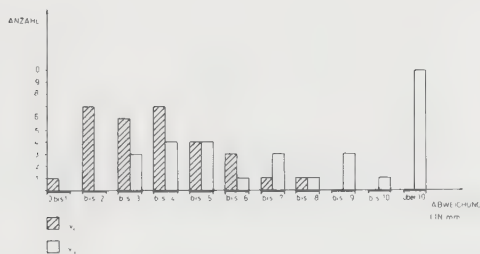


Abb. 12: Häufigkeit der Abweichung vom tatsächlichen Scharnierachsenpunkt

- v_I = vermuteter Scharnierachsenpunkt 13 mm vor dem Tragus
- v_{II} = vermuteter Scharnierachsenpunkt ermittelt nach Tabelle 3

V. DISKUSSION

Als Bewertungsmaßstab wurde in beiden Versuchsreihen ein Abstand von 5 mm von Meßpunkten bzw. wahren Scharnierachsenpunkten zu den errechneten bzw. vermuteten Punkten gewählt. Dies geschah auch im Hinblick auf Vergleiche mit anderen Autoren, die ebenfalls eine 5 mm Grenze gewählt hatten.

Im klinischen Versuch lagen die wahren Scharnierachsenpunkte von den nach der Tabelle 3 ermittelten Punkten 2,5 bis 20 mm entfernt. Bei 30 Messungen an 15 Patienten lagen 11 - das entspricht 36,7 % - innerhalb dieser 5 mm Grenze, 19 - entsprechend 63,3 % - lagen außerhalb.

Vergleicht man dagegen die vermuteten Scharnierachsenpunkte 13 mm vor dem Tragus mit den wahren Rotationszentren, so lagen hier 83,3 % innerhalb der 5 mm Grenze. Die restlichen 16,7 % lagen jedoch höchstens 7,5 mm vom tatsächlichen Scharnierachsenpunkt entfernt. Hier liegt ein deutlicher Unterschied zu den Ergebnissen von LAURITZEN und BODNER (20) vor, die zu 67 % die wahren Scharnierachsenpunkte 5 bis 13 mm von den arbiträr festgelegten fanden. Übereinstimmung scheint dagegen mit den Feststellungen von HUPFAUF (14) zu bestehen, der den Abstand zwischen dem vermutlichen Scharnierachsenpunkt und den individuellen Registrierungen zwischen 1 mm und 8 mm schwankend fand.

Durch die Einschränkung des untersuchten Personenkreises auf voll bezahlte Probanden im Alter zwischen 18 und 29 Jahren muß die Frage nach der Repräsentativität des Untersuchungsmaterials gestellt werden; ebenso muß diese

Frage auf das vorhandene Unterkiefermaterial ausgedehnt werden, das durch seine Beschaffenheit (unbezahntes, größtenteils atrophiertes, vermutlich heterogenes Material) mit Sicherheit nicht als repräsentativ zu gelten hat. Hier muß auch auf rassische Unterschiede hingewiesen werden, die, ebenso wie die individuellen Unterschiede zwischen den einzelnen Probanden, zu einer negativen Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse geführt haben können. In diesem Zusammenhang sei auch auf die negative Korrelation zwischen Unterkieferlänge b und Astwinkel α verwiesen (siehe Tabelle 2), die einmal mehr bestätigt, daß die Vergrößerung (= Abflachung) des Astwinkels α durch eine Atrophie am Angulus mandibulae erfolgt und damit zu einer Vorwanderung des Gonion (Verkürzung der Strecke a = Gonion - Pogonion) führt (10).

Diese negative Korrelation hätte eine Vergrößerung des Verhältnisses Strecke c zu Strecke a und damit einen zu großen Schätzwert für die Strecke Pogonion - Kondylion laterale an voll bezahnten, jungen Patienten erwarten lassen; dies wurde jedoch nicht beobachtet.

Auch die Dicke der Kinnhaut, auf welcher der Projektionspunkt des Pogonion aufgezeichnet wurde, muß berücksichtigt werden. Sie unterliegt rassischen, Alters- und Geschlechtsunterschieden (22 c) sowie erheblichen individuellen Unterschieden, z.B. dem Vorhandensein einer Fovea mentalis (25), die die Richtigkeit der Schätzwerte für die Strecke c in Frage stellen können. Ebenso sei auf die Schwierigkeiten bei der Ermittlung des Projektionspunktes des Gonion auf die Haut am Unterkieferwinkel verwiesen, die einen erheblichen Fehler in die Meßreihe bringen konnten, sowie auf die von ANDRIK (1) festgestellten Zusammenhänge zwischen der Größe des Unterkieferwinkels und der Neigung des Kinnvorsprungs zur Unterkieferbasis.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde der Versuch beschrieben, mit Hilfe bestimmter, gegenseitiger Größenverhältnisse an Unterkiefern den vermuteten Scharnierachsenpunkt der terminalen Scharnierachse zu ermitteln.

Dies geschah zum einen aus der Überlegung heraus, daß bei Berücksichtigung der individuellen metrischen Verhältnisse am Patienten die Bestimmung der Scharnierachse möglicherweise genauer erfolgen konnte, als dies mit Hilfe der gebräuchlichen arbitratischen Methoden der Fall ist, zum anderen aus dem Wunsch, die doch relativ langwierige kinematische Festlegung durch ein schnell und einfach zu handhabendes Verfahren zu ersetzen.

Als Grundlage hierzu wurden 89 Unterkieferknochen auf Korrelationen untersucht und die Strecken Gonion - Pogonion als unabhängige und Kondylion laterale - Pogonion als abhängige Variable ausgewählt. An den Unterkieferknochen konnte auf Grund der Meßwerte der Strecke Gonion - Pogonion ein Schätzwert für die Strecke Kondylion laterale - Pogonion bestimmt werden, der es erlaubte, mit einer relativ hohen Genauigkeit (84 % bei einem Fehler von maximal 5 mm) den Punkt des Kondylion laterale auf dem Processus kondylaris zu ermitteln.

Bei einer anschließenden klinischen Auswertung konnte diese Genauigkeit in der Auffindung des terminalen Scharnierachsenpunktes unter Anwendung des Verfahrens, welches an den Unterkieferknochen durchgeführt wurde, nicht mehr erzielt werden; hier zeigte sich, daß die Festlegung

des vermutlichen Scharnierachsenpunktes auf einer den Tragus und den äußeren Augenwinkel verbindenden Geraden 13 mm vor dem Tragus im Vergleich zur eigenen Methode ein recht genaues Verfahren zur Auffindung des terminalen Scharnierachsenpunktes ist, da sich hier 83,3 % der Punkte höchstens 5 mm vom wahren Rotationszentrum entfernt nachweisen ließen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. ANDRIK, P.: Unterkieferwinkel und Neigungswinkel
des Kinnvorsprungs
Z. Morph. Anthropol. 57, 260-265 (1966)
2. BARTELS, P.: Über Geschlechtsunterschiede am
Schädel
Med. Diss. Berlin 1897
3. BEYRON, H.: Orientierungsproblem vid protetiska
rekonstruktioner och Bettstudier
Svensk tandläk.-T. 35, 1-55 (1942)
(Zit. aus Posselt(26))
4. BORGH, O. and U. POSSELT: Hinge Axis Registration:
Experiments on the Articulator
J. prosth. Dent. 8, 35-40 (1958)
5. BRADLEY, J.I., J.N. MC CLELLAND:
Grundlegende statistische Begriffe
3. Aufl., Bern 1971
6. BROTHWELL, D.R.: Digging up Bones
London 1963
7. BROTMAN, D.N.: Hinge Axes, Part I. The transverse
Hinge Axis
J. prosth. Dent 10, 436-440 (1960)
8. BROTMAN, D.N.: Hinge Axes, Part II. Geometric
Significance of the transverse Axis
J. prosth. Dent. 10, 631-636 (1960)

9. FOX, S.S.: The Significance of Errors in
Hinge Axis Location
J. Amer. dent. Ass. 74, 1268-1272 (1967)
10. FRÖHLICH, F.: Das Bestimmen der horizontalen und
vertikalen Kieferrelationen
Praxis der Zahnheilkunde Bd. 3, C 17
München 1973
11. GILES, E.: Sex Determination by Discriminant
Function-Analysis of the Mandible
Amer. J. Phys. Anthropol. 22, 129-136
(1964)
12. GOOD, H.C.: A Radiographic and Clinical Evaluation
of a Method for Determining Transverse
Axes of the Movement of the Mandible
MSD thesis, Chicago (1953)
(Zit. aus Posselt (26))
13. HENKE, W.: Morphometrische Untersuchungen am
Skelettmaterial des mittelalterlichen
Kieler Gertrudenfriedhofes im Vergleich
mit anderen nordeuropäischen Skelett-
serien
Z. Morph. Anthropol. 64, 308-347 (1972)
14. HUPFAUF, L.: Vergleichende Untersuchungen verschiede-
ner Registrierverfahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 158-162 (1971)
15. JAHN, E.: Die Bißnahme bei der totalen Prothese
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 1059-1068 (1956)
16. KLEIWEG DE ZWAAN, J.P.: Unterkiefer aus Niederländisch
Neuguinea
Verhandeligen der Koninkl. Akad. van
Wetenschappen te Amsterdam, Afdeeling
Natuurkunde (Tweede Sectie) Deel XXIX
No. 4
Amsterdam 1932

17. KLEIWEG DE ZWAAN, J.P.: Messungen an männlichen und weiblichen holländischen Unterkiefern
Koninkl. Nederl. Akad. van Wetenschappen
te Amsterdam, (Tweede Sectie)
Deel XXXV No. 4
Amsterdam 1936

18. KOHNO, S.: Analyse der Kondylenbewegung in der Sagittalebene
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 739-743 (1972)

19. KURTH, L.E. and I.K. FEINSTEIN: The Hinge Axis of the Mandible
J. prosth. Dent. 1, 327-332 (1951)

20. LAURITZEN, A.G. and G.H. BODNER: Variations in Location of Arbitrary and True Hinge Axis Points
J. prosth. Dent. 11, 224-229 (1961)

21. LAURITZEN, A.G. and L.W. WOLFORD: Hinge Axis Location on an Experimental Basis
J. prosth. Dent 11, 1059-1067 (1961)

22. MARTIN, R. und K. SALLER: Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung
Begründet von R. Martin
a) Bd. I, 3. Aufl., S. 481-487
Stuttgart 1956
b) Bd. II, 3. Aufl., S. 1436, Stuttgart
1959
c) Bd. III, 3. Aufl., S. 1808, Stuttgart
1962

23. MC COLLUM, B.B.: Fundamentals Involved in Prescribing Restorative Dental Remedies
Dental Items of Interest
a) 61, 522-535 (1939)
b) 61, 641-648 (1939)

24. MC COLLUM, B.B.: The Mandibular Hinge Axis and a
Method of Locating it
J. prosth. Dent. 10, 428-435 (1960)
25. PERNKOPF, E.: Topographische Anatomie des Menschen
4. Band, 1. Hälfte
München, Berlin, Wien, 1957
26. POSSELT, U.: Terminal Hinge Movement of the Mandible
J. prosth. Dent. 7, 787-797 (1957)
27. SALLER, K.: Leitfaden der Anthropologie
2. Aufl.
Stuttgart 1964
28. SCHALLHORN, R.G.: A Study of the Arbitrary Center
and the Kinematic Center of Rotation
for Face-Bow Mountings
J. prosth. Dent. 7, 162-169 (1957)
29. TETERUCK, W.R. and H.C. LUNDEEN: The Accuracy of an
Ear Face-Bow
J. prosth. Dent. 16, 1039-1046 (1966)
30. TRAPOZZANO, V.R. and J.B. LAZZARI:
A Study of Hinge Axis Determination
J. prosth. Dent. 11, 858-863 (1961)
31. WEINBERG, L.A.: An Evaluation of the Face Bow Mounting
J. prosth. Dent. 11, 32-42 (1961)
32. WEINBERG, L.A.: The Transverse Hinge Axis:
Real or Imaginary
J. prosth. Dent. 9, 775-787 (1959)

VIII. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

- Abb. 1: Die transversale Scharnierachse
Abb. 2: Diagramm nach POSSELT
Abb. 3: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von lateral)
Abb. 4: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von facial)
Abb. 5: Meßpunkte am Unterkiefer (Ansicht von cranial)
Abb. 6: Gerät zur Messung der Unterkieferlänge
Abb. 7: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von lateral)
Abb. 8: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von facial)
Abb. 9: Meßstrecken am Unterkiefer (Ansicht von cranial)
Abb. 10: Die Regressionsgeraden von a auf c für
die rechte und die linke Seite
Abb. 11: Vereinfachte Darstellung eines für die klinische
Versuchsreihe typischen Beispiels
Abb. 12: Häufigkeit der Abweichung vom tatsächlichen
Scharnierachsenpunkt

- Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung der
Werte a bis h, $\bar{x}$ und σ
Tabelle 2: Korrelationskoeffizientenmatrix nach
Messung von 30 Unterkiefern
Tabelle 3: Schätzwerte für c rechts und links bei
gegebenem a
Tabelle 4: Abweichung der Schätzwerte von den tatsäch-
lichen Werten der Strecke c bei 89 Unter-
kiefern
Tabelle 5: Abweichung vom wahren Scharnierachsenpunkt

Herrn Professor Dr. Klaus Fuhr danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und für seine jederzeit bereitwillige Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. Klenke vom Anthropologischen Institut der Universität Mainz für die großzügige Überlassung des Mandibulometers sowie Herrn Dr. Henke vom gleichen Institut für seine zahlreichen Tips und Hinweise in anthropologischen Fragen.

Herrn Dipl. Math. G. Wetter am Institut für medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz möchte ich für seine statistische Beratung herzlich danken.

LEBENS LAUF

Am 7. Juni 1947 wurde ich, Volker Schimmel, als Sohn des Betriebsleiters Erich Schimmel und seiner Ehefrau Magdalena, geb. Wildner, in Wartenberg/Oberbayern geboren.

Im September 1953 trat ich in die evangelische Volksschule in Erding ein. Die Reifeprüfung legte ich im Oktober 1966 am Staatlichen Gymnasium am Kurfürstlichen Schloß in Mainz ab.

Das Studium der Zahnheilkunde nahm ich im letzten Vierteljahr meiner Dienstzeit bei der Bundeswehr im Wintersemester 1968/69 an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz auf, wo ich im Oktober 1969 die naturwissenschaftliche und im April 1971 die zahnärztliche Vorprüfung bestand.

Im Juli 1971 heiratete ich die Realschullehrerin Marianne Steig.

Zur Zeit lege ich an der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Mainz die zahnärztliche Prüfung ab.

